

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего
образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных
производств»
(код и наименование направления подготовки, специальности)

Проектирование технологических процессов
(направленность (профиль)/ специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему Технологический процесс изготовления вала-шестерни горизонтально-
фрезерного станка

Обучающийся

Д.В. Ержов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

к.т.н., доцент Н.Ю. Логинов

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультанты

к.э.н., доцент О.М. Сярдова

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

к.т.н., доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2022

Аннотация

Тема: Технологический процесс изготовления вала-шестерни горизонтально-фрезерного станка.

Автор: Ержов Денис Вячеславович.

В работе разработан технологический процесс изготовления детали «вал-шестерня», которая входит в состав привода главного движения горизонтально-фрезерного станка.

В начале работы выполнен анализ исходных данных, в котором рассмотрено назначение детали «вал-шестерня», работа и условия его при работе всего узла в целом, проведена классификация всех поверхностей звездочки, проведен анализ технологичности конструкции вала-шестерни.

В технологической части работы определен тип машиностроительного производства при изготовлении вала-шестерни, проведен сравнительный анализ двух наиболее подходящих вариантов получения заготовки, проведен расчет припусков на одну поверхность вала-шестерни расчетно-аналитическим методом, определены методы обработки каждой поверхности детали и проведен расчет припусков на модернизируемые операции техпроцесса.

В работе спроектировано станочное приспособление для токарной технологической операции. В отличие от базового варианта станочное приспособление имеет автоматизированный привод.

Для шлицефрезерной операции спроектирован сложнопрофильный режущий инструмент – червячная фреза.

Работа содержит анализ безопасности и экологичности, а также раздел по расчету экономической эффективности выполненной модернизации базового варианта техпроцесса.

Содержание

Введение.....	4
1 Анализ исходных данных.....	5
1.1 Назначение и условия работы детали.....	6
1.2 Классификация поверхностей детали.....	6
1.3 Анализ требований к поверхностям детали.....	7
2 Технологическая часть.....	9
2.1 Определение типа производства.....	9
2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса.....	9
2.3 Выбор метода получения заготовки.....	10
2.4 Выбор методов обработки поверхностей.....	12
2.5 Расчет припусков.....	14
2.6 Определение режимов обработки.....	17
3 Проектирование станочного приспособления.....	22
3.1 Исходные данные.....	22
3.2 Расчет усилий резания.....	22
3.3 Расчет зажимного усилия.....	24
3.4 Расчет клинового механизма.....	25
4 Проектирование режущего инструмента.....	26
4.1 Исходные данные.....	27
4.2 Расчет линии профилирования.....	28
4.3 Расчет профиля зуба.....	29
5 Безопасность и экологичность технического объекта.....	33
5.1 Мероприятия по снижению уровня потенциальной опасности.....	33
5.2 Средства индивидуальной защиты.....	35
6 Экономическая эффективность работы.....	38
Заключение.....	42
Список используемой литературы.....	43
Приложение А. Технологическая документация.....	46

Введение

Одной из важнейших отраслей машиностроения является станкостроение. Ведь это строительство таких машин, на которых в дальнейшем строятся другие узлы, агрегаты и сложные машины.

В постсоветские времена станкостроению уделяли мало внимания. Это объясняется тем, что для новых производств и модернизации устаревшего оборудования закупали импортные станки. Таким образом, многие предприятия станкостроения разорились или обанкротились.

В наше время, когда невозможна закупка импортных товаров из многих стран, задумались о возрождении отечественного станкостроения.

Одним из видов металлорежущих станков являются фрезерные станки. Если ось вращения инструмента горизонтальная, то такие станки называют горизонтально-фрезерными. Если же ось вращения инструмента вертикальная, то станок является вертикально-фрезерным. В нашем случае объектом рассмотрения является горизонтально-фрезерный станок.

В компоновку горизонтально-фрезерного станка входит основание, вертикальная стойка, на которой смонтированы консоль и коробка скоростей. Замыкающим звеном коробки скоростей является шпиндель, на котором закрепляется режущий инструмент, осуществляющий обработку. В состав коробки скоростей входит вал-шестерня, которая получает вращательное движение наружными шлицами и передает вращение боковыми поверхностями зубьев венца. Вал-шестерня является ответственной деталью станка и от качества ее изготовления зависит работоспособность и жизненный цикл всего фрезерного станка.

Целью данной выпускной работы является разработка технологического процесса изготовления вала-шестерни горизонтально-фрезерного станка необходимого качества, с заданной программой выпуска и наименьшей себестоимости.

1 Анализ исходных данных

«Фрезерные станки предназначены для обработки наружных и внутренних поверхностей различного профиля, нарезания зубчатых колес, прорезания винтовых и прямых канавок и т. п. с помощью фрез (многолезвийных инструментов с режущими кромками, расположенными на поверхности тела вращения или на его торце). Фрезы могут быть самых различных конструкций, из которых наиболее распространенными являются цилиндрические, дисковые, концевые, торцовые и фасонные. Основными формообразующими движениями являются вращение фрезы (главное движение) и движение подачи, которое сообщают заготовке или фрезе. Приводы главного движения и подач выполняют отдельно. Вспомогательные движения, связанные с подводом и отводом заготовки к инструменту, механизированы и осуществляются от привода ускоренных перемещений. Основные элементы и механизмы станков унифицированы».

[3]

«Горизонтально-фрезерный станок (рисунок 1) предназначен для выполнения различных фрезерных работ в заготовках из чугуна, стали, цветных металлах и применяется в условиях единичного и серийного производства». [3]

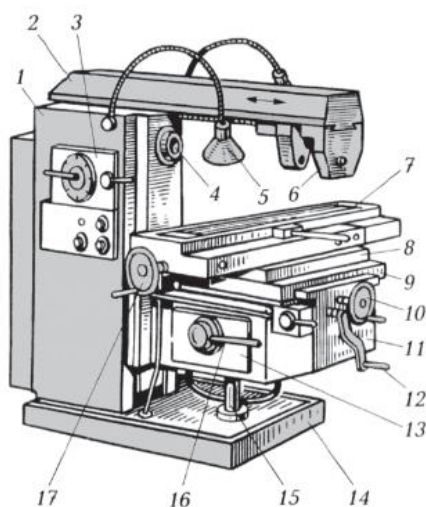


Рисунок 1 – Горизонтально-фрезерный станок

Станок состоит из основания 14, на котором установлена вертикальная станина 1, в которой смонтирована коробка скоростей 3. По направляющим станины в вертикальном направлении перемещается консоль 11, в которой находится коробка подач. По горизонтальным направляющим консоли при помощи салазок 9 стол 7 может перемещаться в поперечном направлении. А при помощи плиты 8, имеющей горизонтальные продольные направляющие, стол 7 имеет возможность двигаться в продольном направлении. Консоль при помощи винтовой пары 15 имеет возможность двигаться в вертикальном направлении. Завершающим звеном коробки скоростей 3 является шпиндель 4, на который закрепляется режущий инструмент. Выше шпинделя конструкцией станка предусмотрен хобот 2, на котором закрепляют серги (их может быть установлено до двух штук). Они необходимы в качестве дополнительных опор при установке длинной инструментальной оправки.

Описав объект, в состав которого входит рассматриваемая деталь, перейдем к описанию самой детали.

1.1 Назначение и условия работы детали

Вал-шестерня получает вращательное движение наружными шлицами и передает вращение боковыми поверхностями зубьев венца. Вал-шестерня является ответственной деталью станка и от качества ее изготовления зависит работоспособность и жизненный цикл всего фрезерного станка.

1.2 Классификация поверхностей детали

Пронумеруем поверхности и представим это на рисунке 2.

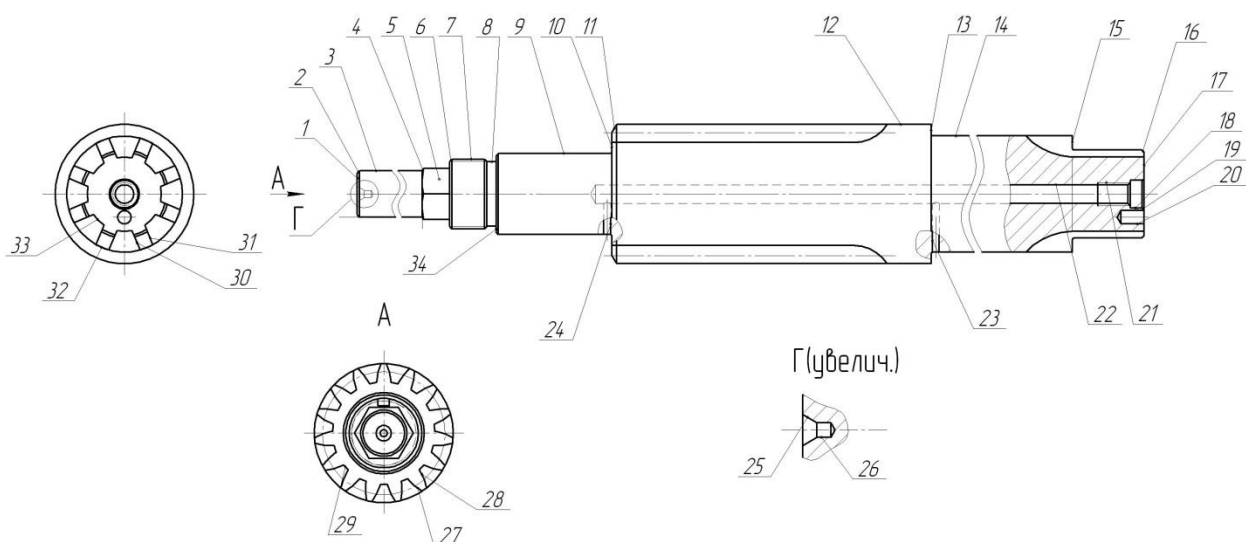


Рисунок 2 - Классификация поверхностей

В нашем исполнительными поверхностями случае будут являться поверхности 27, 28, 30, 31; основными конструкторскими базами – поверхности 9, 10, 14; вспомогательными конструкторскими базами – поверхности 5, 3, 7, 15, 21 13, 20, 34. Остальным поверхности – свободные.

1.3 Анализ требований к поверхностям детали

Материалом звездочки является сталь 40Х ГОСТ 4543-2016. [6]

Материалом вала-шестерни горизонтально-фрезерного станка является конструкционная сталь 40Х ГОСТ 4543-2016 [6]. В состав данной стали входит углерод с приблизительным содержанием в 0,4%, а также хром, содержание которого около 1%. Остальной объем, исключая примеси, занимает железо. Физико-механические свойства стали 40Х представлены в таблице 1. [16]

Таблица 1 - Физико-механические свойства стали 40Х

σ_b , МПа	σ_T , МПа	НВ
980	785	179

Данные свойства материала вполне удовлетворяют характеристикам вала-шестерни.

«Обеспечение технологичности конструкции детали – это взаимосвязанные решения конструкторских и технологических задач, направленных на повышение производительности труда, достижение оптимальных трудовых и материальных затрат и сокращение времени на производство. Обеспечение технологичности конструкции детали – наиболее сложная функция технологической подготовки производства. Недостаточная отработка конструкции детали на технологичность приводит к неоправданным затратам труда, средств, материалов и времени». [12]

Наша деталь имеет два венца. Один шлицевый венец с количеством зубьев восемь штук. Второй венец с эвольвентными зубьями, их количество – пятнадцать.

«Следовательно, конструкция детали должна обеспечивать применение наиболее рациональных и экономичных методов изготовления. Конфигурация детали должна представлять собой сочетание простых геометрических форм, обеспечивающих надежное базирование заготовки в процессе обработки и дающих возможность применения высокопроизводительных методов изготовления». [12]

Проанализировав конструкцию горизонтально-фрезерного станка, являющимся узлом, в состав которого входит наша деталь, а также конструкцию самой вал-шестерни, перейдем к проектированию технологической части.

2 Технологическая часть

2.1 Определение типа производства

«В машиностроении различают три основных типа производства: массовое, серийное, единичное. Кроме объема выпуска и номенклатуры выпускаемой продукции тип производства характеризуется видами используемого оборудования, применяемыми методами обеспечения требуемой точности, квалификацией рабочих и другими признаками». [12]

Тип производства выберем на основе двух параметров: масса детали $m = 5,0$ кг и программа выпуска в $N = 5000$ деталей в год. Исходя из этих параметров [1], принимаем среднесерийный тип производства.

«Серийным производством называют такое производство, при котором изделия изготавливаются партиями или сериями. В зависимости от величины партий или серий, а также от того, насколько часто и закономерно (периодически) происходит их чередование, различают производство мелкосерийное, среднесерийное и крупносерийное. Первое приближается к единичному, а третье к массовому производству. Таким образом, серийное производство характеризуется изготовлением изделий партиями или сериями». [1]

2.2 Выбор стратегии разработки техпроцесса

«При серийном производстве приходится определять размер партии деталей, одновременно запускаемых в производство. От количества деталей в партии зависит характер технологического процесса, применяемого для ее изготовления. Чем меньше количество деталей в партии, тем более простые средства производства должны применяться. Границы применения различных методов обработки партий деталей определяются следующим образом». [1]

Первоначально найдем коэффициент закрепления операций (K_{30}) по формуле

$$K_{30} = \frac{O}{P}, \quad (1)$$

где для нашего случая $O = 10$, $P = 3$. [1]

$$K_{30} = \frac{10}{3} = 3,33.$$

Этот K_{30} примем для серийного производства.

2.3 Выбор метода получения заготовки

«Метод получения той или иной заготовки зависит от служебного назначения детали и требований, предъявляемых к ней, а также от ее конфигурации и размеров, марки материала, типа производства и других факторов. Наиболее сложные по конфигурации заготовки можно изготавливать методом литья. Изделия, получаемые методом обработки давлением, должны быть более простыми по форме. Изготовление в поковках отверстий и полостей объемной штамповки в ряде случаев затруднено, а использование напусков резко увеличивает объем последующей механической обработки». [7]

«Размеры заготовок, получаемые методами литья и обработки давлением, практически не ограничиваются. Нередко определяющим параметром в этом случае являются минимальные размеры (например, минимальная толщина стенок отливки, минимальная масса поковки), Объемной штамповкой и большинством специальных способов литья получают заготовки массой до нескольких десятков или сотен килограммов. Форма и размеры заготовок, получаемых методами порошковой металлургии, ограничены как максимальными, так и минимальными размерами». [7]

В этом разделе сравним стоимости заготовок из штамповки ($m=7,8$ кг) и проката ($m=13,2$ кг).

Расчёт стоимости удаления 1 кг материала в стружку при обработке. [10]

$$C_{\text{мех}} = C_c + E_H \cdot C_K, \quad (2)$$

где $C_c = 0,495; E_H = 0,15; C_K = 1,085$. [10]

$$C_{\text{мех}} = 0,495 + 0,15 \cdot 1,085 = 0,6578.$$

Рассчитаем стоимость 1 кг заготовки-штамповки. [10]

$$C_{\text{заг}} = C_{\text{шт}} \cdot k_m \cdot k_c \cdot k_b \cdot k_M \cdot k_{II}, \quad (3)$$

где $C_{\text{шт}} = 0,315; k_T = 0,9; k_C = 0,84; k_B = 1,14; k_M = 1,0; k_{II} = 1,0$. [10]

$$C_{\text{заг}} = 0,315 \cdot 0,9 \cdot 0,84 \cdot 1,14 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,2715 \text{ руб.}$$

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали из заготовки-штамповки на ГКМ. [10]

$$C_{\text{шт}} = C_{\text{заг}} \cdot Q_{\text{шт}} + C_{\text{мех}}(Q_{\text{шт}} - q) - C_{\text{отх}}(Q_{\text{шт}} - q), \quad (4)$$

где $Q_{\text{шт}} = 7,8; q = 5; C_{\text{отх}} = 0,0144$. [10]

$$C_{\text{шт}} = 0,2715 \cdot 7,8 + 0,6578(7,8 - 5) - (7,8 - 5)0,0144 = 3,92, \text{ руб.}$$

Рассчитаем технологическую себестоимость изготовления детали из заготовки-проката. [10]

$$C_{\text{пр}} = C_{\text{заг}} \cdot Q_{\text{пр}} + C_{\text{мех}}(Q_{\text{пр}} - q) - C_{\text{отх}}(Q_{\text{пр}} - q), \quad (5)$$

где $Q_{\text{пр}} = 13,7; q = 5; C_{\text{отх}} = 0,0144$

$$C_{\text{пр}} = 0,1219 \cdot 13,7 + 0,6578(13,7 - 5) - 0,0144(13,7 - 5) = 7,27 \text{ руб.}$$

Таким образом, заготовка-штамповка по стоимости выгоднее.

Годовая экономия:

$$\mathcal{E}_z = (C_{mn} - C_{mu})N_z = (7,27 - 3,92)5000 = 16750 \text{руб.}$$

2.4 Выбор методов обработки поверхностей

«По каждой группе поверхностей должна быть выявлена необходимость осуществления трех стадий обработки: черновой, чистовой и отделочной. Установленное чертежом качество групп поверхностей, размеры, масса и формы детали дают возможность определить необходимые методы окончательной обработки. Заключительной стадии предшествуют промежуточные этапы обработки. Каждый этап решает определенные задачи – формирование размера и расположения поверхности, удаление слоя материала, обеспечение шероховатости поверхности и др. Обязательно должно выполняться следующее условие – каждый последующий метод должен быть точнее предыдущего». [18]

Заданное качество обработки поверхности определяется тремя следующими параметрами: шероховатость поверхности, качество точности и геометрическая форма.

Для достижения необходимой точности до IT14, шероховатости Ra 5 и формы поверхностей 1, 17, 26 необходимо выполнить следующие технологические операции: центральная-подрезная обработка.

Для достижения необходимой точности до IT14, шероховатости Ra 5 и формы поверхностей 2, 4, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 16 необходимо выполнить следующие технологические операции: черновое и чистовое точение.

Для достижения необходимой точности до IT6, шероховатости Ra 1,25 и формы поверхностей 3 необходимо выполнить следующие технологические операции: черновое и чистовое точение, черновое и числовое шлифование.

Для достижения необходимой точности до IT11, шероховатости Ra 5 и формы поверхностей 5 необходимо выполнить следующие технологические операции: фрезерование.

Для достижения необходимой точности до IT7, шероховатости Ra 1,25 и формы поверхностей 9 необходимо выполнить следующие технологические операции: черновое и чистовое точение, черновое и числовое шлифование.

Для достижения необходимой точности до IT14, шероховатости Ra 2,5 и формы поверхностей 10, 15 необходимо выполнить следующие технологические операции: черновое и чистовое точение.

Для достижения необходимой точности до IT6, шероховатости Ra 0,63 и формы поверхностей 14 необходимо выполнить следующие технологические операции: черновое и чистовое точение, черновое и числовое шлифование.

Для достижения необходимой точности до IT14, шероховатости Ra 5 и формы поверхностей 18, 19, 20, 22, 23, 24 необходимо выполнить следующие технологические операции: сверление.

Для достижения необходимой точности до IT10, шероховатости Ra 5 и формы поверхностей 21 необходимо выполнить следующие технологические операции: сверление.

Для достижения необходимой точности до IT9, шероховатости Ra 1,6 и формы поверхностей 25 необходимо выполнить следующие технологические операции: центровально-подрезная обработка, центрошлифование.

Для достижения необходимой точности до IT7, шероховатости Ra 2,5 и формы поверхностей 27, 28 необходимо выполнить следующие технологические операции: зубофрезерование, зубошлифование.

Для достижения необходимой точности до IT14, шероховатости Ra 5 и формы поверхностей 29 необходимо выполнить следующие технологические операции: зубофрезерование.

Для достижения необходимой точности до IT7, шероховатости Ra 1,25 и формы поверхностей 30, 31 необходимо выполнить следующие технологические операции: шлицефрезерование, зубошлифование.

Для достижения необходимой точности до IT11, шероховатости Ra 2,5 и формы поверхностей 32 необходимо выполнить следующие технологические операции: черновое и чистовое точение.

2.5 Расчет припусков

«В настоящее время в машиностроении применяются два метода установления припусков на обработку – опытно-статистический и расчетно-аналитический. При использовании опытно-статистического метода припуски устанавливаются по таблицам, которые составлены на основе обобщения практических данных передовых производств. Его недостатком является то, припуски назначают без учета конкретных условий построения технологических процессов. Например, общие припуски – без учета маршрута обработки данной поверхности, промежуточные – без учета схемы установки заготовки и погрешностей предшествующей обработки. В связи с этим опытно-статистические припуски во многих случаях завышены, так как ориентированы на условия обработки, при которых припуск должен быть наибольшим во избежание брака. Расчетно-аналитический метод определения припусков более трудоемок, однако лишен указанного недостатка. В соответствии с этим методом промежуточный припуск, назначаемый для определенного перехода, должен быть таким, чтобы при его снятии устранялись погрешности обработки и дефекты поверхностного слоя, полученные на предшествующем технологическом переходе, а также возникающая на выполняемом переходе погрешность установки обрабатываемой заготовки». [17]

Определим припуски на обработку поверхности 2 с параметрами $\varnothing 20g6_{-0,020}^{-0,007}$ мм, $L = 89$ мм, $Ra = 1,25$ мкм расчетно-аналитическим методом.

Найдем суммарную величину для каждого перехода

$$\ll a = R_z + h_o \gg. [2] \quad (6)$$

Перед этим найдем суммарное отклонение формы и расположения поверхностей

$$\ll \Delta = 0,25 \cdot Td \gg. [2] \quad (7)$$

$$\Delta_0 = 0,25 \cdot 1,4 = 0,350.$$

$$\Delta_{01} = 0,25 \cdot 0,21 = 0,053.$$

$$\Delta_{02} = 0,25 \cdot 0,052 = 0,013.$$

$$\Delta_{TO} = 0,25 \cdot 0,084 = 0,021.$$

$$\Delta_{03} = 0,25 \cdot 0,033 = 0,008.$$

$$\Delta_{04} = 0,25 \cdot 0,013 = 0,003.$$

Вычислим максимальное и минимальное значение припуска (мм)

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2}. [2] \quad (8)$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i). [2] \quad (9)$$

$$Z_{\min} = a_{i-1} + \sqrt{(\Delta_{i-1})^2 + \varepsilon_i^2}.$$

$$Z_{1\min} = a_0 + \sqrt{(\Delta_0)^2 + \varepsilon_1^2} = 0,4 + \sqrt{0,35^2 + 0,025^2} = 0,751.$$

$$Z_{2\min} = a_1 + \sqrt{(\Delta_1)^2 + \varepsilon_2^2} = 0,2 + \sqrt{0,053^2 + 0} = 0,253.$$

$$Z_{3\min} = a_2 + \sqrt{(\Delta_{00})^2 + \varepsilon_3^2} = 0,1 + \sqrt{0,021^2 + 0^2} = 0,121.$$

$$Z_{4\min} = a_3 + \sqrt{(\Delta_3)^2 + \varepsilon_4^2} = 0,03 + \sqrt{0,008^2 + 0} = 0,038.$$

$$Z_{i\max} = Z_{i\min} + 0,5(Td_{i-1} + Td_i).$$

$$Z_{1\max} = Z_{1\min} + 0,5(Td_0 + Td_1) = 0,751 + 0,5(1,4 + 0,21) = 1,556.$$

$$Z_{2\max} = Z_{2\min} + 0,5(Td_1 + Td_2) = 0,253 + 0,5(0,21 + 0,052) = 0,384.$$

$$Z_{3\max} = Z_{3\min} + 0,5(Td_2 + Td_3) = 0,121 + 0,5(0,052 + 0,032) = 0,163.$$

$$Z_{4\max} = Z_{4\min} + 0,5(Td_3 + Td_4) = 0,038 + 0,5(0,032 + 0,013) = 0,061.$$

Рассчитаем значения размеров на каждом переходе (мм)

$$d_{4\min} = 19,980.$$

$$d_{4\max} = 19,993.$$

$$d_{3\min} = d_{4\max} + 2Z_{4\min} = 19,993 + 2 \cdot 0,038 = 20,069.$$

$$d_{3\max} = d_{3\min} + Td_4 = 20,069 + 0,013 = 20,082.$$

$$d_{TO\min} = d_{3\max} + 2Z_{3\min} = 20,082 + 2 \cdot 0,121 = 20,324.$$

$$d_{TO\max} = d_{TO\min} + Td_{TO} = 20,324 + 0,084 = 20,408.$$

$$d_{2\min} = d_{TO\min} \cdot 0,999 = 20,408 \cdot 0,999 = 20,388.$$

$$d_{2\max} = d_{2\min} + Td_2 = 20,388 + 0,052 = 20,440.$$

$$d_{1\min} = d_{2\max} + 2Z_{2\min} = 20,440 + 2 \cdot 0,253 = 20,946.$$

$$d_{1\max} = d_{1\min} + Td_1 = 20,946 + 0,210 = 21,156.$$

$$d_{0\min} = d_{1\max} + 2Z_{1\min} = 21,156 + 2 \cdot 0,751 = 22,658.$$

$$d_{0\max} = d_{0\min} + Td_0 = 22,658 + 1,400 = 24,058.$$

Рассчитаем средние значения размеров (мм).

$$d_{cpi} = 0,5(d_{i\max} + d_{i\min}).$$

$$d_{cp0} = 0,5(d_{0\max} + d_{0\min}) = 0,5(24,058 + 22,658) = 23,358.$$

$$d_{cp1} = 0,5(d_{1\max} + d_{1\min}) = 0,5(21,156 + 20,946) = 21,051.$$

$$d_{cp2} = 0,5(d_{2\max} + d_{2\min}) = 0,5(20,440 + 20,388) = 20,414.$$

$$d_{cpTO} = 0,5(d_{TO\max} + d_{TO\min}) = 0,5(20,408 + 20,324) = 20,366.$$

$$d_{cp3} = 0,5(d_{3\max} + d_{3\min}) = 0,5(20,082 + 20,069) = 20,076.$$

$$d_{cp4} = 0,5(d_{4max} + d_{4min}) = 0,5(19,980 + 19,993) = 19,987.$$

Найдем общий припуск на обработку (мм)

$$2Z_{min} = d_{0min} - d_{4max}. \quad (10)$$

$$2Z_{min} = 22,658 - 19,993 = 2,665.$$

$$2Z_{max} = 2Z_{min} + Td_0 + Td_4. \quad (11)$$

$$2Z_{max} = 2,665 + 1,4 + 0,013 = 4,078.$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2Z_{min} + 2Z_{max}). \quad (12)$$

$$2Z_{cp} = 0,5(2,665 + 4,078) = 3,372.$$

Рассчитав припуски, перейдем к определению режимов обработки.

2.6 Определение режимов обработки

«Под наивыгоднейшими режимами резания понимают такое сочетание глубины резания, подачи и скорости резания, при которых в данных условиях производства обеспечивается максимальная производительность. В настоящее время широкое промышленное применение в механообработке нашли инструменты с многогранными неперетачиваемыми пластинами МНП (резцы, торцевые фрезы, сверла и др.), с нанесенными на них различными износостойкими покрытиями, которые позволяют значительно повысить стойкость и надежность режущих инструментов, увеличить производительность обработки деталей резанием и улучшить качество поверхностного слоя обработанных деталей». [9]

«Кроме того, при механической обработке инструментами, особенно из быстрорежущих сталей, а их изготавливают около 70%, рекомендуется применять смазочно-охлаждающие технологические средства (СОТС), так как рациональное применение СОТС позволяет примерно от 1,5 до 4 раз повысить стойкость инструмента и примерно на 20-60% форсировать режимы резания и уменьшить энергозатраты при механообработке. Применение современных эффективных СОТС позволяет резко увеличить качество обработки, а также в полной мере использовать широкие возможности современного высокопроизводительного оборудования при обработке труднообрабатываемых материалов». [9]

2.6.1 Определение режимов на операцию 015.

Подача

$$S_0 = 0,9. [14]$$

$$V = V_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4, \quad (13)$$

где $V_0 = 135; K_1 = 1,35; K_2 = 0,88; K_3 = 0,65; K_4 = 1,0. [14]$

$$V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D}. \quad (14)$$

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 35,6} = 930 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 800, \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35,6 \cdot 800}{1000} = 89,4 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n. \quad (15)$$

$$S = S_0 \cdot n = 0,9 \cdot 800 = 720 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S}. \quad (16)$$

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{213}{720} = 0,30 \text{ мин.}$$

2.6.2 Определение режимов на операцию 025.

Переход 1.

Подача

$$S_0 = 0,2. [14]$$

$$V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 60} = 552 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 500, \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 60 \cdot 500}{1000} = 94,2 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 500 = 100 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{228}{100} = 2,28 \text{ мин.}$$

Переход 2.

Подача

$$S_0 = 0,2. [14]$$

$$V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 35,2} = 944 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 800, \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 35,2 \cdot 800}{1000} = 88,2 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 0,2 \cdot 800 = 160 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{1,1}{160} = 0,01 \text{ мин.}$$

Переход 3.

Подача

$$S_0 = 0,2. [14]$$

$$V = 135 \cdot 1,35 \cdot 0,88 \cdot 0,65 \cdot 1,0 = 104 \text{ м/мин.}$$

Частота

$$n = \frac{1000V}{\pi D} = \frac{1000 \cdot 104}{3,14 \cdot 30} = 1104 \text{ мин}^{-1}. \quad n_\phi = 1000, \text{ мин}^{-1}.$$

$$V_\phi = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 30 \cdot 1000}{1000} = 94,2 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S = S_0 \cdot n = 1,5 \cdot 1000 = 1500 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{px}}{S} = \frac{20}{1500} = 0,01 \text{ мин.}$$

2.6.3 Определение режимов на операцию 035.

Длина рабочего хода

$$L = L_P + L_{II} + L_D, \quad (17)$$

где $L_{II} = 5$; $L_D = 0$.

$$L = 21 + 13,5 + 3 + 3 + 0 = 40,5 \text{ мм},$$

Стойкость

$$T_P = T_M \cdot \lambda. \quad \lambda = \frac{L_P}{L_{P.X}} \approx 1.$$

$$T_M = 50 \text{ мин. [14]}$$

$$T_P = 50 \cdot 1 = 50, \text{ мин.}$$

$$S_0 = 0,11 \text{ мм/об. [14]}$$

Скорость резания

$$V = V_T \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (18)$$

где $V_T = 15$; $K_1 = 0,7$; $K_2 = 1,0$; $K_3 = 1,0$. [14]

$$V = 15 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 10,5 \text{ м/мин.}$$

$$n = \frac{1000 \cdot V}{\pi \cdot D} = \frac{1000 \cdot 10,5}{3,14 \cdot 3} = 1114 \text{ мин}^{-1}.$$

$$n_\phi = 1000, \text{ мин}^{-1}.$$

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} = \frac{3,14 \cdot 3 \cdot 1000}{1000} = 9,42 \text{ м/мин.}$$

Минутная подача

$$S_M = S_0 \cdot n = 0,11 \cdot 1000 = 110 \text{ мм/мин.}$$

Основное время

$$T_0 = \frac{L_{P.X}}{S_M} = \frac{40,5}{110} = 0,37 \text{ мин.}$$

Полученные режимы резания внесем в технологическую документацию, представленную в приложении А, а также на технологические наладки, представленные в графической части.

3 Проектирование станочного приспособления

«Все возрастающие требования к качеству машин и механизмов определяют и высокое качество изготовления деталей. С точки зрения технологии машиностроения одной из основных задач является обеспечение требуемой точности изготовления каждой конкретной детали. При разработке технологического процесса изготовления деталей существенное влияние на точность обработки оказывают приспособления как составные элементы технологической системы (ТС) «станок-приспособление-инструмент-деталь». Проектирование приспособления представляет собой комплексную и многогранную задачу как для технолога (разработчика технологического процесса), так и для конструктора - разработчика приспособления». [20]

3.1 Исходные данные

На токарной чистовой операции 025 заготовка базируется на станке в трёхкулачковом самоцентрирующем патроне. Зажим заготовки ведётся вручную. Это приспособление не отвечает требованиям современного машиностроения, особенно для среднесерийного производства. Спроектируем автоматизированное приспособление для этой операции, эскиз которой представлен на рисунке 3.

3.2 Расчет усилий резания

При точении

$$P_{z,y} = 10C_p \cdot t^x \cdot S^y \cdot V^n \cdot K_p, [8] \quad (19)$$

где для $P_y: C_p = 300; x = 1; y = 0,75; n = -0,15$. [8]

для $P_z: C_p = 2430, x = 0,9; y = 0,6; n = -0,3$. [8]

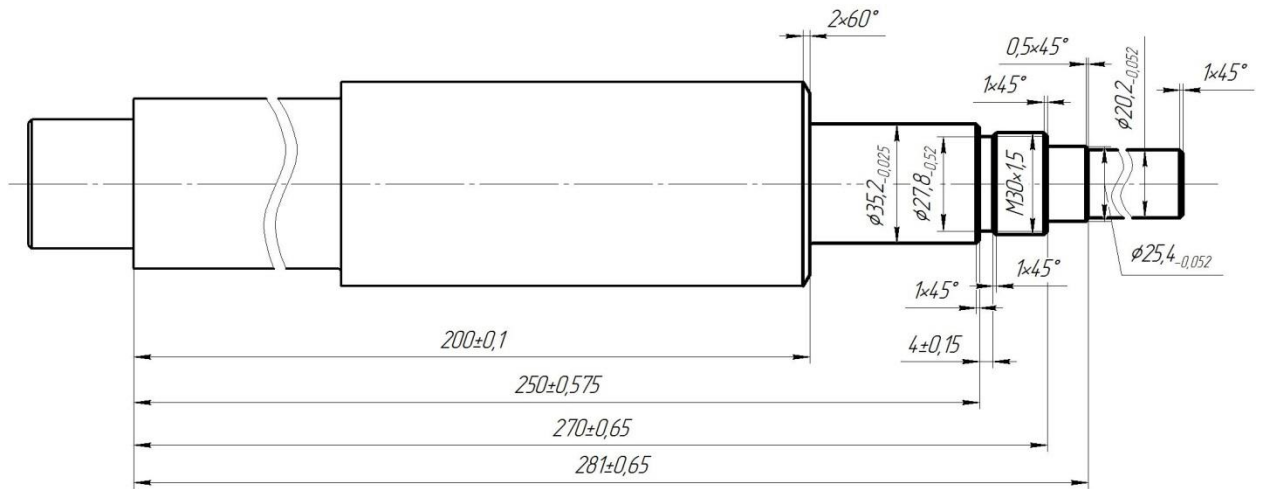


Рисунок 3 – Эскиз операции 025

$$K_p = K_{mp} \cdot K_{yp} \cdot K_{jp} \cdot K_{np} \quad (20)$$

$$K_{MP} = \left(\frac{\delta_a}{750} \right)^{0,75} \quad (21)$$

$$K_{mp} = \left(\frac{650}{750} \right)^{0,75} = 0,898.$$

Для $\varphi = 60^0; K_{ypz} = 0,94; K_{ypr} = 0,8; \gamma = -3^0; K_{pz} = 1,05;$

$K_{pz} = 1,5; \lambda = +0,5^0; K_{npz} = 1,03; K_{npr} = 1,15$. [8]

$$K_{pz} = K_{mp} \cdot K_{ypz} \cdot K_{pz} \cdot K_{npz} = 0,898 \cdot 0,94 \cdot 1,05 \cdot 1,03 = 0,9129.$$

$$K_{py} = K_{mp} \cdot K_{ypr} \cdot K_{py} \cdot K_{npr} = 0,898 \cdot 0,8 \cdot 1,5 \cdot 1,15 = 1,279.$$

$$P_z = 10 \cdot 300 \cdot 0,25^{1,0} \cdot 0,2^{0,75} \cdot 88,2^{-0,15} \cdot 0,9129 = 104,58 \text{ Н.}$$

$$P_y = 10 \cdot 243 \cdot 0,25^{0,9} \cdot 0,2^{0,6} \cdot 88,2^{-0,3} \cdot 1,279 = 88,63 \text{ Н.}$$

3.3 Расчет зажимного усилия

Момент, выкручивающий заготовку

$$M_p = \frac{P_z d_1}{2} \quad (22)$$

$$M_3 = \frac{T d_2}{2} = \frac{W f d_2}{2}. \quad (23)$$

Коэффициент запаса

$$K = K_0 \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot K_4. \quad (24)$$

$$K_{pz} = 1,5 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 1,8$$

$$K_{py} = 2,52; f = 0,3. [8]$$

$$W_z^1 = \frac{K \cdot P_z \cdot d_1}{f \cdot d_2} = \frac{1,8 \cdot 104,58 \cdot 38,2}{0,3 \cdot 38,2} = 627,5 \text{ Н.}$$

Вращающий момент P_y

$$M_p^{11} = P_y \ell. \quad (25)$$

Этому препятствует момент

$$M_3^{11} = T \frac{2}{3} d_2 = \frac{2}{3} W^1 f d_2. \quad (26)$$

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3 \ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)}. \quad (27)$$

$$W_1 = \frac{W}{1 - \left(\frac{3\ell_k}{M_k} \cdot f_1 \right)} = \frac{627,5}{1 - \left(\frac{3 \cdot 12,5}{25} \cdot 0,1 \right)} = 738,2 \text{ Н.}$$

3.4 Расчет клинового механизма

$$Q = \frac{W_1}{i_c}. \quad (28)$$

$$i_{c.кл.} = \frac{1}{\operatorname{tg}(\alpha + \varphi) + \operatorname{tg}\varphi_1}, \quad (29)$$

где $\alpha = 15..30^\circ$ [8].

Пусть $\alpha = 20^\circ$.

Тогда

$$\varphi = \operatorname{arctg} \cdot f_1 = \operatorname{arctg} \cdot 0,1 = 5^\circ 43'.$$

Пусть $\varphi = \varphi^1 = 6^\circ$.

Отсюда

$$i_{c.кл.} = \frac{1}{\operatorname{tg}(20^\circ + 6^\circ) + \operatorname{tg}6^\circ} = 1,9.$$

$$Q = \frac{738,2}{1,9} = 388,5 \text{ Н.}$$

Рассчитанное станочное приспособление для токарной операции представлено в графической части работы.

4 Проектирование режущего инструмента

На операции 050 происходит обработка шлицев на заготовке. Для формирования этого спроектируем режущий инструмент.

«Шлицевые соединения применяют в машиностроении для неподвижных и подвижных посадок. Шлицевые соединения могут быть прямоугольного, эвольвентного и треугольного профиля. В шлицевых соединениях прямоугольного профиля сопряженные детали центрируются тремя способами: центрированием втулки (или зубчатого колеса) по наружному диаметру шлицевых выступов вала (рисунок 4); центрированием втулки (или зубчатого колеса) по внутреннему диаметру шлицев вала (т.е. по дну впадины); центрированием втулки (или зубчатого колеса) по боковым сторонам шлицев». [21]

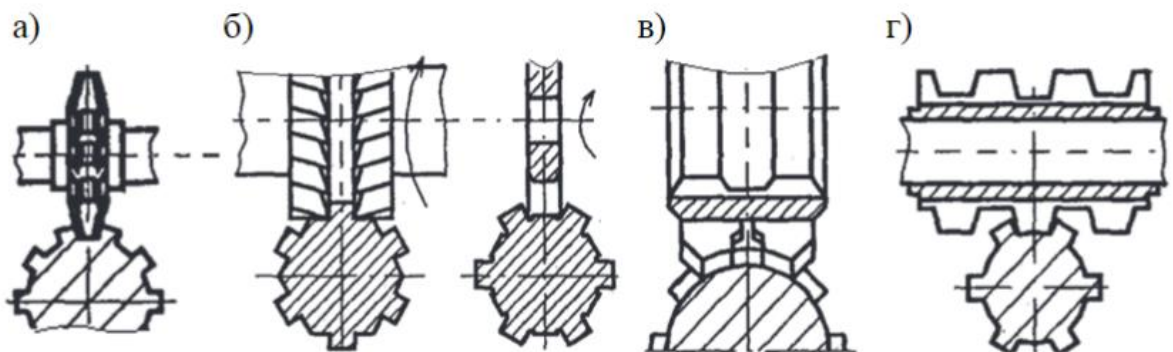


Рисунок 4 – Обработка наружных шлицев

«Шлицы на валах можно изготовить следующими способами: фрезерованием, строганием (шлицестроганием), протягиванием (шлицепротягиванием), накатыванием (шлиценакатыванием), шлифованием». [21]

«Когда шлицевые валы после чернового фрезерования прошли термическую обработку в виде улучшения или закалки, то после этого они не могут быть профрезерованы начисто». [21]

«Их необходимо шлифовать по поверхностям впадины (т.е. по внутреннему диаметру) и боковым сторонам шлицев. Для этого применим наиболее производительный способ шлифования фасонным кругом (рисунок 5, а), но при этом шлифовальный круг изнашивается неравномерно ввиду неодинаковой толщины снимаемого слоя у боковых сторон и впадины вала, что требует частой правки круга. Не смотря на это, данный способ широко применяют в машиностроении». [21]

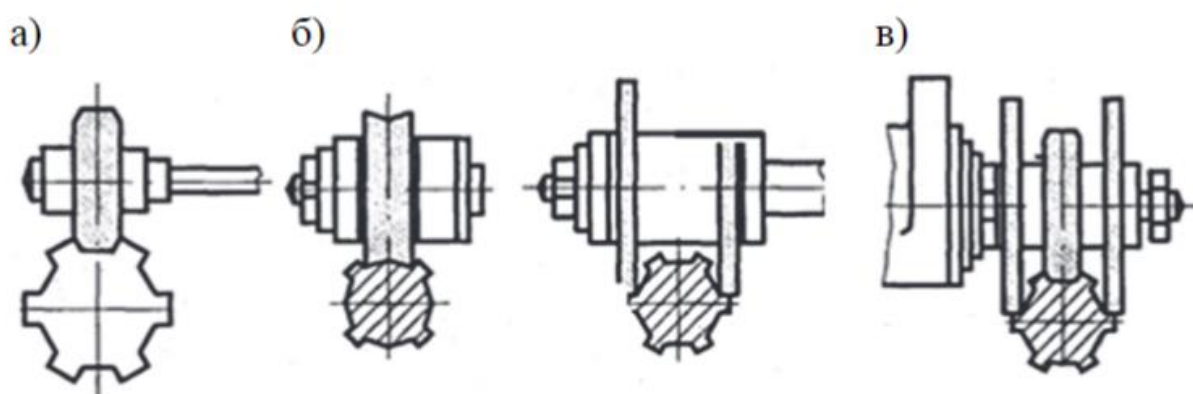


Рисунок 5 – Шлифование шлицев

4.1 Исходные данные

Исходные данные для проектирования фрезы занесем в таблицу 2.

Таблица 2 - Исходные данные шлицевого вала

Параметр	Значение
Наружный диаметр шлицев	$D = 38a11_{(-0,470)}^{-0,310}$
Внутренний диаметр шлицев	$d = 32js6_{(-0,008)}^{+0,008}$
Переходный диаметр	$d_1 = 30,1$
Ширина шлица	$b = 6k7_{(+0,001)}^{+0,013}$
Количество шлицев	$z = 8$
Центрирование	по внутреннему диаметру
Минимальный размер фаски	$c_{\min} = 0,4$
Длина площадки контакта	$a = 5,03$

4.2 Расчет линии профилирования

«Определение расчетных размеров шлицевого вала (мм)». [15]

$$D_{расч} = D_{max} - 2c_{min} = 37,690 - 2 \cdot 0,4 = 36,890;$$

$$d_{расч} = d_{min} + 0,25Td = 31,992 + 0,25 \cdot 0,016 = 31,996;$$

$$b_{расч} = b_{min} + 0,25Tb = 6,001 + 0,25 \cdot 0,012 = 6,004.$$

$$0,25\sqrt{4D_{расч}^2 - 3b_{расч}^2} \leq r_y \leq 0,5D_{расч}$$

$$18,261 \leq r_y \leq 18,445$$

$$r_y = 18,4, мм$$

«Определение координат экстремальной точки линии профилирования». [15]

$$x_o = -\frac{b_{расч}}{4} \sqrt{1 - \left(\frac{b_{расч}}{4r_y}\right)^2} = -\frac{6,004}{4} \sqrt{1 - \left(\frac{6,004}{4 \cdot 18,4}\right)^2} = -1,4960, мм;$$

$$y_o = -\frac{b_{расч}^3}{16r_y} = -\frac{6,004^3}{16 \cdot 18,4} = -0,7352, мм.$$

«Расчет угла поворота вала, соответствующего экстремальной точке».

[15]

$$\mu_o = \arcsin\left(\frac{b_{расч}}{4r_y}\right) = \arcsin\left(\frac{6,004}{4 \cdot 18}\right) = 0,083 рад = 4,7580^\circ.$$

«Расчет угла, соответствующего началу переходной кривой». [15]

$$\mu_n = 90^\circ - \arcsin\left(\frac{\sqrt{d_{расч}^2 - b_{расч}^2}}{2r_y}\right) = 90^\circ - \arcsin\left(\frac{\sqrt{31,996^2 - 6,004^2}}{2 \cdot 18,4}\right) = 31,3274^\circ.$$

$$x_i = (r_y \sin \mu_i - 0,5b_{расч}) \cos \mu_i; \quad (30)$$

$$x_0 = (18,4 \cdot \sin 4,7580^\circ - 0,5 \cdot 6,004) \cos 4,7580^\circ = -1,4872;$$

$$x_1 = (18,4 \cdot \sin 10^\circ - 0,5 \cdot 6,004) \cos 10^\circ = 0,1560;$$

$$x_2 = (18,4 \cdot \sin 15^\circ - 0,5 \cdot 6,004) \cos 15^\circ = 1,6503;$$

$$\begin{aligned}
x_3 &= (18,4 \cdot \sin 20^\circ - 0,5 \cdot 6,004) \cos 20^\circ = 3,0284; \\
x_4 &= (18,4 \cdot \sin 25^\circ - 0,5 \cdot 6,004) \cos 25^\circ = 4,2503; \\
x_5 &= (18,4 \cdot \sin 31,3274^\circ - 0,5 \cdot 6,004) \cos 31,3274^\circ = 5,5188; \\
y_i &= \left(r_y \sin \mu_i - 0,5 b_{pacu} \right) \sin \mu_i; \\
y_0 &= (18,4 \cdot \sin 4,7580^\circ - 0,5 \cdot 6,004) \sin 4,7580^\circ = -0,1229; \\
y_1 &= (18,4 \cdot \sin 10^\circ - 0,5 \cdot 6,004) \sin 10^\circ = 0,0275; \\
y_2 &= (18,4 \cdot \sin 15^\circ - 0,5 \cdot 6,004) \sin 15^\circ = 0,4422; \\
y_3 &= (18,4 \cdot \sin 20^\circ - 0,5 \cdot 6,004) \sin 20^\circ = 1,1023; \\
y_4 &= (18,4 \cdot \sin 25^\circ - 0,5 \cdot 6,004) \sin 25^\circ = 1,9819; \\
y_5 &= (18,4 \cdot \sin 31,3274^\circ - 0,5 \cdot 6,004) \sin 31,3274^\circ = 3,3591.
\end{aligned} \tag{31}$$

4.3 Расчет профиля зуба

«Для углов μ_i , рассчитывают координаты X_i точек профиля зуба фрезы». [21]

$$X_i = r_y \left(\frac{\pi}{180} \mu_i - \arcsin \frac{b_{pacu}}{2r_y} \right) - \left(r_y \sin \mu_i - \frac{b_{pacu}}{2} \right) \cos \mu_i. \tag{32}$$

$$X_i = r_y \left(\frac{\pi}{180} \mu_i - \arcsin \frac{b_{pacu}}{2r_y} \right) - \left(r_y \sin \mu_i - \frac{b_{pacu}}{2} \right) \cos \mu_i;$$

$$X_0 = 18,4 \left(\frac{\pi}{180} 4,7580^\circ - \arcsin \frac{6,004}{2 \cdot 18,4} \right) - \left(18,4 \cdot \sin 4,7580^\circ - \frac{6,004}{2} \right) \cos 4,7580^\circ = -0,0558;$$

$$X_1 = 18,4 \left(\frac{\pi}{180} 10^\circ - \arcsin \frac{6,004}{2 \cdot 18,4} \right) - \left(18,4 \cdot \sin 10^\circ - \frac{6,004}{2} \right) \cos 10^\circ = -0,0333;$$

$$X_2 = 18,4 \left(\frac{\pi}{180} 15^\circ - \arcsin \frac{6,004}{2 \cdot 18,4} \right) - \left(18,4 \cdot \sin 15^\circ - \frac{6,004}{2} \right) \cos 15^\circ = 0,0600;$$

$$X_3 = 18,4 \left(\frac{\pi}{180} 20^\circ - \arcsin \frac{6,004}{2 \cdot 18,4} \right) - \left(18,4 \cdot \sin 20^\circ - \frac{6,004}{2} \right) \cos 20^\circ = 0,2806;$$

$$X_4 = 18,4 \left(\frac{\pi}{180} 25^\circ - \arcsin \frac{6,004}{2 \cdot 18,4} \right) - \left(18,4 \cdot \sin 25^\circ - \frac{6,004}{2} \right) \cos 25^\circ = 0,4838;$$

$$X_5 = 18,4 \left(\frac{\pi}{180} 31,3274^\circ - \arcsin \frac{6,004}{2 \cdot 18,4} \right) - \left(18,4 \cdot \sin 31,3274^\circ - \frac{6,004}{2} \right) \cos 31,3274^\circ = 1,3936.$$

$$\begin{aligned}
\bar{X}_i &= X_i - X_0; \\
\bar{X}_1 &= 0,1560 - (-1,4872) = 1,6432; \\
\bar{X}_2 &= 1,6503 + 1,4872 = 3,1375; \\
\bar{X}_3 &= 3,0284 + 1,4872 = 4,5156; \\
\bar{X}_4 &= 4,2503 + 1,4872 = 5,7375; \\
\bar{X}_5 &= 5,5188 + 1,4872 = 7,0060; \\
\bar{Y}_i &= Y_i - Y_0; \\
\bar{Y}_1 &= 0,0275 - (-0,1229) = 0,1504 \\
\bar{Y}_2 &= 0,4422 + 0,1229 = 0,5651 \\
\bar{Y}_3 &= 1,1023 + 0,1229 = 1,2252 \\
\bar{Y}_4 &= 1,9819 + 0,1229 = 2,1048 \\
\bar{Y}_5 &= 3,3591 + 0,1229 = 3,4820.
\end{aligned}$$

$$\begin{cases}
(0 - x_c)^2 + (0 - y_c)^2 = \rho^2 \\
(3,1375 - x_c)^2 + (0,5651 - y_c)^2 = \rho^2 \\
(5,7375 - x_c)^2 + (2,1048 - y_c)^2 = \rho^2 \\
x_c^2 + y_c^2 = \rho^2 \\
0,262^2 - 2 \cdot 0,262 \cdot x_c + 1,1212^2 - 2 \cdot 1,1212 \cdot y_c = 0 \\
1,6638^2 - 2 \cdot 1,6638 \cdot x_c + 4,6335^2 - 2 \cdot 4,6335 \cdot y_c = 0 \\
x_c^2 + y_c^2 = \rho^2 \\
0,2836 - 2,1678 \cdot x_c + 5,1951 - 9,267 \cdot y_c = 0 \\
-9,7588 + 1,1598 \cdot x_c = 0
\end{cases}$$

$$\begin{aligned}
x_c &= 8,1742 \\
y_c &= -2,1924 \\
\rho &= 8,4862
\end{aligned}$$

Выполним проверку.

$$\begin{aligned}
\left| \sqrt{(0,0523 - 16,1742)^2 + (0,3291 + 3,1924)^2} - 16,4862 \right| &= 0,0141 \\
\left| \sqrt{(0,7238 - 16,1742)^2 + (2,4943 + 3,1924)^2} - 16,4862 \right| &= 0,0242
\end{aligned}$$

Ножка зуба (мм)

$$H_f = 0,5D_{расч} - r_u + q. \quad (33)$$

$$H_f = 0,5 \cdot 36,89 - 18,4 + 0,1 = 0,145.$$

«При центрировании шлицевого соединения по внутреннему диаметру рассчитывают высоту головки зуба». [15]

$$H_a = (r_u \sin \mu_n - 0,5b_{расч}) \sin \mu_n. \quad (34)$$

$$H_a = (18,4 \cdot \sin 31,3274^\circ - 0,5 \cdot 6,004) \cdot \sin 31,3274^\circ = 3,4132 \text{ мм};$$

Усики (мм)

$$h_y = H_a - r_u + 0,5d_{расч}. \quad (35)$$

$$h_y = 3,4132 - 18,4 + 0,5 \cdot 31,996 = 1,0112.$$

$$\Delta \approx 0,5 \left(\frac{\pi d}{z} - b - a \right) = 0,5 \left(\frac{\pi \cdot 32}{8} - 6 - 5,03 \right) = 0,765.$$

Канавка (мм)

$$b_y = 1,6142 \cdot 4,3044 \text{ мм}.$$

Полная высота зуба (мм)

$$H = H_a + H_f. \quad (36)$$

$$H = 3,4132 + 0,145 = 3,5582.$$

«Расчет толщины зуба по линии центроиды фрезы в нормальном сечении». [15]

$$S_n = \frac{2\pi}{z} r_u - b_{расч} = \frac{2\pi}{8} 18,4 - 6,004 = 8,44$$

$$S_x = S_n - 2(x_c - \rho \cos \beta_x)$$

$$S_{x1} = 8,44 - 2(8,1724 - 8,4862 \cdot \cos 28,7507^\circ) = 6,9753$$

$$S_{x2} = 8,44 - 2(8,1724 - 8,4862 \cdot \cos 23,3908^\circ) = 7,6729$$

$$\beta_x = \arcsin \frac{|y_c| + h_x}{\rho} = \arcsin \frac{3,1924 + 4,7379}{16,4862} = 28,7507^\circ$$

$$\text{при } h_x = H_a$$

$$\beta_x = \arcsin \frac{|y_c| + h_x}{\rho} = \arcsin \frac{3,1924 + 3,3527}{16,4862} = 23,3908^\circ$$

$$\text{при } h_x = (D_{pacч} - d_{pacч})/2 = (78 - 71,2946)/2 = 3,3527$$

Нормальный шаг зубьев (мм)

$$t_n = \frac{2\pi \cdot r_u}{z}. \quad (37)$$

$$t_n = \frac{2\pi \cdot 18,4}{8} = 14,444.$$

Чертеж спроектированного режущего инструмента – червячной фрезы для обработки шлицев детали представлен в графической части работы.

5 Безопасность и экологичность технического объекта

5.1 Мероприятия по снижению уровня потенциальной опасности

Техническим объектом в нашем случае является участок механической обработки детали «вал-шестерня» привода горизонтально-фрезерного станка.

Технологический процесс и соответственно участок механической обработки содержит следующее металлорежущее оборудование: центrovально-подрезной станок 2A911-1, четыре токарных станка с ЧПУ SAMAT-400XC, горизонтальный сверлильно-фрезерно-расточной станок с ЧПУ 2206BMФ4, вертикально-сверлильный станок с ЧПУ 2P135Ф2-1, вертикально-фрезерный станок с ЧПУ бр13ф3, два зубофрезерных станка 5K32A, центрошлифовальный станок ZSM 5100, два торцекруглошлифовальных станка с ЧПУ 3T161BФ2, два круглошлифовальных станка 3M195, два зубошлифовальных станка 5M841.

Модернизации в работе подверглись токарные чистовые операции 020 025. Эти операции проводится на токарных станках с ЧПУ SAMAT-400XC (рисунок 6).



Рисунок 6 - Токарный станок с ЧПУ SAMAT-400XC

Средства индивидуальной защиты (СИЗ) обеспечивают личную защиту рабочих, которыми могут являться станочники, операторы станков с ЧПУ, слесари, наладчики и так далее. СИЗ могут быть в виде различной одежды, обуви, различными масками, устройствами, снижающими шум и так далее.

«В процессе проектирования технологического оборудования и его эксплуатации необходимо применять устройства исключая возможность контакта человека с опасной зоной, либо снижающие риск опасности контакта. Общими требованиями к средствам защиты являются учет индивидуальных особенностей оборудования, инструмента, приспособления или техпроцессов; надежность, прочность, удобство обслуживания машин и механизмов в целом, включающие средства защиты». [13]

Максимальная безопасность труда обеспечивается применением ограждений, предохранительных и блокирующих устройств, а также установкой сигнализации, а в особо опасных случаях - применением дистанционного управления (ГОСТ 12.4.125-83. ССБТ «Средства коллективной защиты работающих от механических факторов. Классификация [5]»).

«Оградительные устройства применяются для изоляции систем привода машин и агрегатов, зоны обработки, падающих ударных элементов машин и так далее. Конструктивно оградительные устройства могут быть стационарными, подвижными (съёмными) и переносными». [13]

Предохранительные устройства предназначены для автоматического отключения подвижных агрегатов и машин при отключении от нормального режима работы. К ним относятся ограничители хода, изготовленные в виде упоров, концевых выключателей и т. п. В случае работы на больших скоростях передвижения они сочетаются с тормозными устройствами. В качестве предохранительных устройств от перегрузки машин и станков в конструкцию машины вводят слабое звено.

«Эти устройства представляют собой детали и узлы машины, которые разрушаются (не срабатывают) при перегрузках. К ним относятся срезные

штифты, шпонки, фрикционные муфты, не передающие движение при чрезмерных крутящих моментах, плавкие предохранители, разрывные мембраны в установках с повышенным давлением и т. д. Слабые звенья могут быть или с автоматическим восстановлением (муфта трения) или с необходимой заменой разрушенного элемента». [13]

Токарный станок 16Б20ТМ имеет систему ЧПУ, которая в свою очередь снабжена концевыми датчиками, которые ограничивают ходы рабочих органов станка, чтобы они не выходили за заданные наладчиком станка габариты.

Таким образом, осуществляется безопасность при работе на этих станках.

5.2 Средства индивидуальной защиты

«Средства защиты работающих от опасных и вредных производственных факторов условно делят на две группы: средства коллективной защиты и средства индивидуальной защиты». [13]

«К средствам коллективной защиты работающих относятся средства, которые конструктивно или функционально связаны с производственным процессом или оборудованием. Они, как правило, предназначены для защиты любого работника, находящегося в рабочей зоне. Для обеспечения безопасной эксплуатации производственного оборудования его оснащают надежно работающими тормозными устройствами, гарантирующими в нужный момент остановку оборудования, сигнализацией, оградительными и блокировочными устройствами, устройствами аварийного отключения, устройствами дистанционного управления, Устройствами электробезопасности». [19]

«К средствам индивидуальной защиты относятся противогазы, респираторы, комбинезоны, жилеты, сапоги с удлиненными голенищами, бахилы, рукавицы, перчатки, напальчники, наладонники, нарукавники,

налокотники, наколенники, каски, защитные шлемы, шапки, шляпы, косынки, очки защитные, щитки защитные лицевые, противозумные шлемы, противозумные наушники, куртки, фартуки, предохранительные пояса, ручные захваты, защитные пасты, очистители кожи или комплексные средства». [13]

Оператор токарного станка с ЧПУ должен быть в рабочем костюме, согласно требованиям [4].

«Ответственность за своевременное обеспечение рабочих и служащих специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты возлагается на руководителя предприятия. Особо следует подчеркнуть, что средства защиты не должны быть источником опасных и вредных производственных факторов. Все средства индивидуальной защиты, специальная одежда, специальная обувь выдаются работающим бесплатно в соответствии с установленными нормами». [13]

В нашем случае на токарном станке имеется защитный экран, показанный на рисунке 7. Дверь рабочей зоны при проведении обработки должна быть закрыта для этого необходимо подвинуть створку вправо, как показано на рисунке 7.



Рисунок 8 – Рабочее место оператора токарного станка с ЧПУ

Перед началом работы на станке рабочий обязан закрыть рабочую зону станка. Этим он обезопасит органы зрения и кожный покров от попадания образующейся горячей стружки. Также каждый станок должен иметь так называемое «заземление», это мероприятие которое выключит предохранительный электроприбор при замыкании в электрической сети. Оператор станка при работе на механообрабатывающем оборудовании должен ногами стоять на сухом резиновом коврике для обеспечения его электробезопасности.

В разделе рассмотрены мероприятия для снижения травмоопасности на рабочих местах операций, которые подверглись модернизации, в отличие от базового варианта технологического процесса. Также рассмотрен вопрос увеличения экологической безопасности на модернизированном участке механической обработки детали «вал-шестерня».

6 Экономическая эффективность работы

Основной задачей данного раздела является экономическое обоснование предложенного совершенствования технологического процесса.

Для выполнения данной задачи необходимо проанализировать только отличия между совершенствованиями технического решения. Основываясь на подробном описании технологического процесса из предыдущих разделов бакалаврской работы, на рисунке 9, представлены отличительные особенности сравниваемых вариантов.

Используемая оснастка	
3-хкулачковый патрон с ручным зажимом	механизированный 3-хкулачковый патрон

Рисунок 9 – Отличительные особенности сравниваемых вариантов выполнения операции

На рисунке 9 представлены предлагаемые изменения на токарной операции. Слева, описана используемая оснастка, по исходному технологическому процессу, а справа – по измененному.

Чтобы дать компетентное заключение по предложенному совершенствованию, необходимо воспользоваться определенными материалами и информацией, которые позволят сделать необходимый вывод. Более детальное описание материалов и информации представлено на рисунке 10.

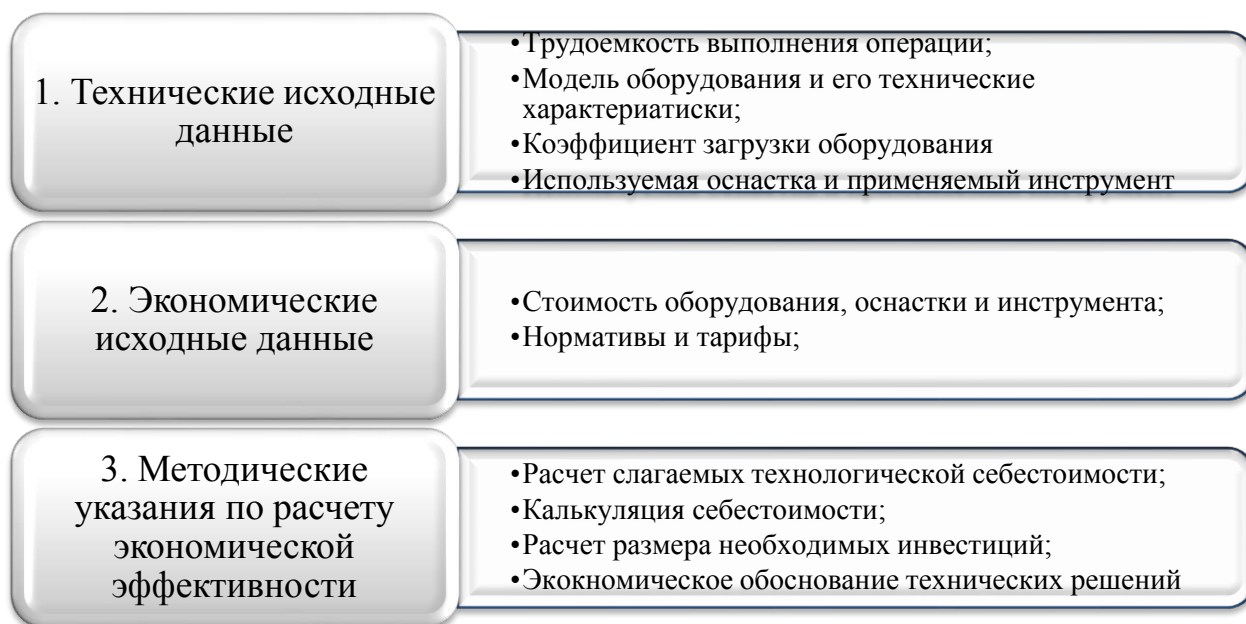


Рисунок 10 – Детальное описание материалов и информации, необходимых для проведения соответствующих экономических расчетов

Информация и материалы, представленные на рисунке 10, описывают совокупность необходимых данных для проведения всех соответствующих расчетов. А также показывают направление на источник, для этой информации, а именно:

– технические исходные данные – это тот материал, который можно найти в технической части бакалаврской работы. При разработке технологического процесса описывают используемое оборудование, оснастка и инструмент, рассчитывается трудоемкость выполнения предложенных операций и коэффициент загрузки этих операций. Естественно оборудование подбираю исходя из серийности производства, которые напрямую зависит от программы выпуска изделия. Что касается технических параметров используемого оборудования, то это общедоступная информация из справочной литературы.

– экономические исходные данные – это стоимостные значения оборудования, оснастки и инструмента, т.е. его цена, тарифы на энергоносители, тарифные ставки по оплате труда и всевозможные

экономические коэффициенты. Эти данные, как правило, предоставляются предприятиями, соответствующими министерствами и регулируются правительством РФ.

– методические указания по расчету экономической эффективности – это методики [13] по расчету всех необходимых экономических показателей. По их значениям можно сделать вывод о необходимости внедрения или, наоборот, об отказе вкладывать денежные средства в данный проект. Зная методику и используя соответствующее программное обеспечение, например такое, как Microsoft Excel, можно рассчитать все итоговые показатели и сделать заключение.

Если первые два пункта: технические и экономические исходные данные, это только источники информации, а вот третий – является объектом пристального внимания. Поэтому, далее будут представлены результаты расчетов всех необходимых экономических показателей, по результатам которых будут сделаны выводы, на которые и нацелен данный раздел.

На рисунке 11 представлены значения всех слагаемых технологической себестоимости, которая является основой для всех дальнейших расчетов.

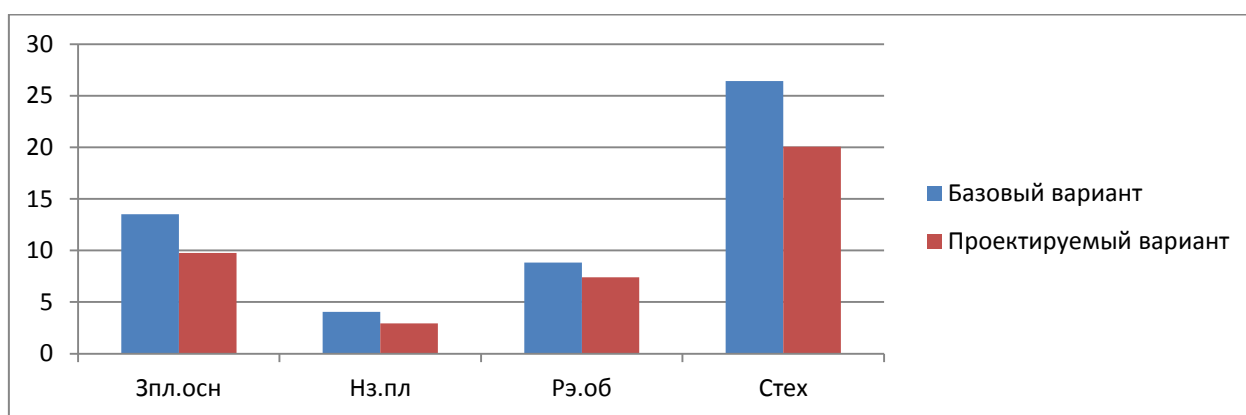


Рисунок 11 – Величина технологической себестоимости выполнения операции и значения ее слагаемых

Из рисунка 11 видно, что все значения совершенствованного варианта значительно меньше исходного. Такое изменение привело к итоговой

разнице между вариантами значения величины технологической себестоимости в размере 5,27 рублей, что составило 19,83%. Максимальное влияние на такой результат оказал такой показатель, как основная заработная плата работников. Его доля в величине технологической себестоимости составляет 50,15% в исходном варианте, и 48,65% – в совершенствованном. Следующий весомый вклад в результат оказала величина – расходы на содержание и эксплуатацию оборудования. Доля этого показателя составила 34,22% и 38,17% соответственно.

На рисунке 12 представлены значения итоговых показателей, по которым формируется вывод об эффективности предложенных совершенствований.

И = 63128,5 руб.	• размер инвестиций в совершенствование
Пчист = 74706,6 руб.	• чистая прибыль
Эинт = 62255,5 руб.	• интегральный экономический эффект
Т = 2 года	• срок окупаемости
ИД = 1,21 руб./руб.	• индекс доходности

Рисунок 12 – Значения итоговых показателей

Учитывая, представленные на рисунке 12 данные, можно сделать вывод об эффективности предлагаемых совершенствований, т.к. экономический эффект в результате расчетов получился положительным.

Заключение

В работе спроектирован технологический процесс изготовления детали «вал-шестерня», которая входит в состав вертикально-сверлильного станка с программой выпуска 5 тысяч деталей в год.

На первом этапе проектирования нами проанализированы условия работы вала-шестерни, выполнен анализ поверхностей и их функциональное назначение. Также проанализирован материал детали и выполнены выводы о достаточно правильном выборе материала вала-шестерни в соответствии с выполняемыми в узле функциями.

Также был проведен анализ технологичности детали и сделано заключение о высокой технологичности конструкции вала-шестерни.

На втором этапе выбран среднесерийный тип машиностроительного производства и определены его характеристики. Далее проведен экономический расчет двух наиболее подходящих методов получения заготовки и выбрана штамповка. После этого выполнен выбор методов обработки каждой из поверхностей детали.

На изготовление самой точной поверхности проведен расчет припусков расчетно-аналитическим методом.

На модернизируемые работой операции технологического процесса рассчитаны режимы обработки.

Для токарной чистовой операции техпроцесса разработано зажимающее устройство. Его отличие от базового варианта заключается в том, что оно имеет автоматизированный привод, что сократит операционное время.

Для зубофрезерной операции разработана конструкция сложнопрофильного режущего инструмента – червячной фрезы.

В работе выполнен экономический расчет, показывающий верность принятых технических решений.

Список используемой литературы

1. Безъязычный В. Ф. Основы технологии машиностроения : учебник для вузов / В. Ф. Безъязычный. - Москва : Машиностроение, 2013. – 356 с.
2. Вереина Л. И. Metalлообработка : справочник / Л. И. Вереина, М. М. Краснов, Е. И. Фрадкин ; под общ. ред. Л. И. Вереиной. - Москва : ИНФРА-М, 2013. - 320 с.
3. Вереина Л.И. Технологическое оборудование машиностроительных заводов : учебник / Л.И. Вереина, М.М. Краснов ; под ред. канд. техн. наук, доц. Л.И. Вереиной. – Москва ; Вологда : Инфра-Инженерия, 2022. – 332 с.
4. ГОСТ 12.4.125-83. Средства коллективной защиты работающих от механических факторов. Классификация. – 18 с.
5. ГОСТ 12.4.280-2014. Одежда специальная для защиты от общих производственных загрязнений и механических воздействий. Общие требования. – 24 с.
6. ГОСТ 4543-2016. Metalлопродукция из конструкционной легированной стали. Технические условия. – 53 с.
7. Звонцов И.Ф. Проектирование и изготовление заготовок деталей общего и специального машиностроения : учебное пособие / И.Ф. Звонцов, К.М. Иванов, П.П. Серебrenицкий; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2015. – 179 с.
8. Иванов И. С. Расчет и проектирование технологической оснастки в машиностроении : учеб. пособие / И. С. Иванов. - Москва : ИНФРА-М, 2015. - 198 с.
9. Кишуров В.М. Назначение рациональных режимов резания при механической обработке : учебное пособие / В.М. Кишуров, М.В. Кишуров, П.П. Черников, Н.В. Юрасова. – 3-е изд., стер. – Санкт-Петербург, Лань, 2019. – 216 с.

10. Козлов А.А. Разработка технологических процессов изготовления деталей машин : учеб.-метод. пособие по выполнению курсовых проектов по дисциплине «Основы технологии машиностроения» / А.А. Козлов, И.В. Кузьмич. – Тольятти : ТГУ, 2008. – 152 с.
11. Краснопевцева И.В. Экономика и управление машиностроительным производством : учеб.-метод. пособие / И.В.Краснопевцева, Н.В. Зубкова. – Тольятти : Изд-во ТГУ, 2014. – 183 с.
12. Ларин В.П. Технология конструкционных материалов : учебное пособие / В.П. Ларин, В.П. Пашков. – СПб. : ГУАП, 2021. – 113 с.
13. Люманов Э.М. Безопасность технологических процессов и оборудования : Учебное пособие / Э.М. Люманов, Г.Ш. Ниметулаева, М.Ф. Добролюбова, М.С. Джиляджи. – 2-е изд., стер. – СПб. : Издательство «Лань», 2022. – 224 с.
14. Режимы резания металлов: Справочник/ Ю.В.Барановский, Л.А.Брахман, А.И.Гадалевич и др. – М.: НИИТавтопром, 1995. – 456 с.
15. Резников Л. А. Проектирование сложнопрофильного режущего инструмента : электрон. учеб. пособие / Л. А. Резников ; ТГУ. - Тольятти : ТГУ, 2014. - 207 с.
16. Складнова Е.Е. Конструкционные стали и сплавы : Учебное пособие / Е.Е. Складнова, Г.А. Воробьева; Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2017. – 143 с.
17. Тимирязев В.А. Основы машиностроительного производства : Учебник / В.А. Тимирязев, В.П. Вороненко, А.Г. Схиртладзе / Под ред. В.А. Тимирязева. – СПб. : Издательство «Лань», 2021. – 448 с.
18. Трофимов А.В. Основы технологии машиностроения. Проектирование технологических процессов : учебное пособие / А.В.Трофимов [и др.]. – СПб. : СПбГЛТУ, 2013. – 72 с.
19. Хвостиков А.Г. Охрана труда : учеб. пособие / А.Г. Хвостиков, Д.А. Рудиков, Т.А. Финоченко; под общ. ред. А.Г. Хвостикова; ФГБОУ ВО РГУПС. – Ростов-на-Дону, 2019. – 134 с.

20. Шишкин В.П. Основы проектирования станочных приспособлений. Теория и задачи : учебное пособие / В.П. Шишкин, В.В. Закураев. Под ред. А.Е. Беляева. – М. : НИЯУ МИФИ, 2010. – 288 с.

21. Щетинин В.С. Технология химического машино- и аппаратостроения : учеб. пособие / В.С. Щетинин. – Комсомольск-на-Амуре : ФГБОУ ВО «КНАГУ», 2020. – 88 с.

Продолжение таблицы А.1

А		Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции		Обозначение документа						Тшт
						Код	наименование	СЧ	проф.	Р	УТ	КР	КОМД	
Б		Код, наименование обработки												
Т 19		392104.ХХХХ(2) Резец механич. Т5К10; 393111.ХХХХ ШЦ-И-350-0.1; 393120.ХХХХ(2) Калибр-скоба.												
20														
А 21		ХХ ХХ ХХ 015 4112 Токарная черновая ИОТ И37.101.7001-93.												
Б 22		381111 ХХХХ 16М20Ф3 2 18225 422 1Р 1 1 1 100 1 8 0.86												
0 23		Точить поверхность, выдерживая размеры Ø206 ^{0,24} ; 300.5±0.26; Ø30.6 ^{0,25} ; 280.5±0.26; Ø35.6 ^{0,25} .												
Т 24		396110 ХХХХ Патрон самоцентр.; 39284.1.ХХХХ Центр парный; ХХХХХ.ХХХХ цпр. откидной.												
Т 25		392104.ХХХХ(2) Резец механич. Т5К10; 393111.ХХХХ ШЦ-И-350-0.1; 393120.ХХХХ(2) Калибр-скоба.												
26														
А 27		ХХ ХХ ХХ 020 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.7001-93.												
Б 28		381111 ХХХХ 16М20Ф3 2 18225 422 1Р 1 1 1 100 1 8 152												
0 29		Точить поверхность, выдерживая размеры Ø60.1 ^{0,074} ; 248±0.23; Ø50.1 ^{0,074} ; 309±0.265; Ø38.1 ^{0,062} ;												
0 30		выполнить фаску 2х60°.												
Т 31		396110 ХХХХ Патрон самоцентр.; 39284.1.ХХХХ Центр парный; ХХХХХ.ХХХХ цпр. откидной.												
Т 32		392104.ХХХХ(2) Резец механич. Т5К10; 393111.ХХХХ ШЦ-И-350-0.1; 393120.ХХХХ(2) Калибр-скоба.												
33														
А 34		ХХ ХХ ХХ 025 4112 Токарная чистовая ИОТ И37.101.7001-93.												
Б 35		381111 ХХХХ 16М20Ф3 2 18225 422 1Р 1 1 1 100 1 8 4.06												
0 36		Точить поверхность, выдерживая размеры Ø20.2 ^{0,052} ; 300±0.26; Ø30.1 ^{0,062} ; 280±0.26; Ø35.2 ^{0,062} .												
0 37		Ø25.4 ^{0,25} ; 312±0.26; выполнить 2 фаски 1х45° и одну фаску 2х60°, выполнить канавку, выдерживая												
0 38		размеры Ø27.8 ^{0,52} ; 4±0.15; выполнить одну фаску 1х45°, нарезать резьбу М30х1.5.												
Т 39		396110 ХХХХ Патрон самоцентр.; 39284.1.ХХХХ Центр парный; ХХХХХ.ХХХХ цпр. откидной.												
Т 40		392104.ХХХХ(2) Резец механич. Т5К10; 392104.ХХХХ Резец канавочный Р6М5; ХХ Резец резьбовой;												
Т 41		393111.ХХХХ ШЦ-И-350-0.1; 393120.ХХХХ(2) Калибр-скоба.												
МК														

Лист 2

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 3

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции		Обозначение документа										
					Код, наименование обработки	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	ЕН	ОП	Кшп	Тнов	Тштп	
А 42	XX XX XX	030	4121	Сверлильная ИОТ	ИЗ7.101.7015-00.												
Б 43	381213	XXXX	2206	ВМФ4 Гориз. сверл-фр.-растр.	2 322 1Р1 1 1	100	1	5	13,48								
0 44	Сверлить отверстия, выдерживая размеры $\varnothing 8^{+0,30}$	290 $\pm 0,2$	сверлить отв. выдерживая $\varnothing 58^{+0,3}$	10 $\pm 0,2$													
Т 45	396181.XXXX	Приспособление самоцентр.	XXXXXX.XXXX(4)	Сменные призмы	391267.XXXX(2)	Сверло											
Т 46	спиральное Р6М5; 393111(2)	Калибр-продка															
47																	
А 48	XX XX XX	035	4121	Сверлильная ИОТ	ИЗ7.101.7015-00.												
Б 49	381213	XXXX	2Р135	Ф2-1 Вертик.-сверл.	2 322 1Р1 1 1	100	1	5	118								
0 50	Сверлить 2 отверстия, выдерживая размеры $\varnothing 3^{+0,25}$	21 $\pm 0,2$	13,5 $\pm 0,2$														
Т 51	396181.XXXX	Приспособление самоцентр.	XXXXXX.XXXX(4)	Сменные призмы	391267.XXXX	Сверло											
Т 52	спиральное Р6М5; 393111	Калибр-продка															
53																	
А 54	XX XX XX	040	4272	Фрезерная	ИОТ	ИЗ7.101.XXXX-XX											
Б 55	381631	XXXX	6Т13	Вертикально-фрезерн.	2 18632 322 1Р 1 1	100	116	2,14									
0 56	Фрезеровать правый шестигранник $\varnothing 25_{-0,02}^{+0,01}$	H=22 _{-0,01}	L=12 _{-0,1}														
Т 57	396181.XXXX	приспособление самоцентр.	XXXXXX.XX(4)	патрон цанговый	391822.XXXX	Фреза											
Т 58	канцеляр Р6М5; 393111.XXXX	ШЦ-И-100-0,05; 393120.XXXX	Калибр														
59																	
А 60	XX XX XX	045	4272	Зубофрезерная	ИОТ	ИЗ7.101.XXXX-XX											
Б 61	381631	XXXX	5К32А	Зубофрезерн.	2 18632 322 1Р 1 1	100	116	3,14									
0 62	Фрезеровать прямые зубья m=3,5 мм, z=15.																
Т 63	396181.XXXX	приспособление самоцентр.	XXXXXX.XX	патрон цанговый	391822.XXXX	Фреза											
Т 64	червячная m=3,5 Р6М5; 393111.XXXX	ШЦ-И-100-0,05; 393120.XXXX	Калибр														
МК																	

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 4																	
А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код, наименование операции	Код, наименование оборудования	СМ	проф.	Р	УТ	КР	Обозначение документа					
												КОМД	ЕН	ОП	Кшт	Поз	Шт
А 69	XX XX XX	050	4272	Зубофрезерная	ИОТ ИЗ7.101.ХХХХ-ХХ												
Б 70	381631	ХХХХ	5К32А	Зубофрезерн.	2 18632 322 1Р 1 1	100	116										2,77
0 71	Фрезеровать шлицы d-8x32s6x38a11x6k7.																
Т 72	396181.ХХХХ	приспособление самоцентра; ХХХХХХ.ХХ патрон цапговый; 391822.ХХХХ Фреза															
Т 73	червячная	Р6М5; 393711.ХХХХ	ШД-И-100-0,05; 393720.ХХХХ	Калибр.													
74																	
А 75	ХХ XX XX	055	Термическая (закалка)	ИОТ ИЗ7.101.70715-07.													
Б 76	ТВ4																
77																	
А 78	ХХ XX XX	058	Центрошлифовальная	ИОТ ИЗ7.101.74191-00.													
Б 79	381623	ХХХХ	ZSM 5100	Центрошлиф. 2	17001 422 1Р 1	1	100										10 0,5
0 80	Шлифовать центр. отверстие, выдерживая размеры 60 ⁰ ±15'; 6,97 ^{+0,27} ; φ6,7 ^{+0,16} ; φ3,15 ^{+0,12}																
Т 81	393550	Специальный шаблон.															
82																	
А 83	ХХ XX XX	060	Шлифовальная	ИОТ ИЗ7.101.74191-00.													
Б 84	38131Х	ХХХХ	31161ВФ2	Торцекруглошлиф. 2	18873 322 1Р 1	1	100										10 2,23
0 85	Шлифовать поверхности, выдерживая размеры φ200 ⁰ ±0,025; 300,5±0,26; φ300 ⁰ ±0,025; 280,5±0,26; φ35,05 ^{±0,025} .																
Т 86	39611Х.ХХХХ	Патрон подкалды; 39284.1.ХХХХ Центр вращающийся; ХХХХХХ.ХХХХ Упор откидной;															
Т 87	398710.ХХХХ	Круг шлифовальный 1 350x60x150 14AF24k5L 7 30 м/с 10С1 Р 52781-2007;															
Т 88	393720.ХХХХ(2)	скода индикаторная; 393410.ХХХХ Микрометр.															
89																	
А 90	ХХ XX XX	065	Шлифовальная	ИОТ ИЗ7.101.74191-00.													
Б 91	38131Х	ХХХХ	31161ВФ2	Торцекруглошлиф. 2	18873 322 1Р 1	1	100										10 2,23
МК																	

Продолжение приложения А

Продолжение таблицы А.1

Лист 5

А	Цех	Уч	РМ	Опер	Код наименования операции	СМ	проф.	Р	УТ	КР	КОИД	Обозначение документа		
												ЕН	ОП	Китп
Б	<i>Шлифовальная обработка</i>													
0 94	<i>Шлифовать поверхность, выдерживая размеры $\phi 50,05_{\pm 0,005}$</i>													
Т 95	<i>39611Х.ХХХХ Патрон поводковый; 39284.1ХХХХ Центр вращающийся; ХХХХХХХХХХ Упор откидной;</i>													
Т 96	<i>398110.ХХХХ Круг шлифовальный 1 350x60x150 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007;</i>													
Т 97	<i>393120.ХХХХ скода индикаторная; 3934.10.ХХХХ Микрометр.</i>													
98														
А 99	<i>ХХ ХХ ХХ 070 Шлифовальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.</i>													
Б 100	<i>38131Х ХХХХ 31161ВФ2 Торцекруглошлиф. 2 18873 322 1Р 1 1 1 100 1 100 1 10 1,75</i>													
0 101	<i>Шлифовать поверхность, выдерживая размеры $\phi 20_{\pm 0,007}$; $300 \pm 0,26$; $\phi 30_{\pm 0,025}$; $280,5 \pm 0,26$; $\phi 60_{\pm 0,019}$.</i>													
Т 102	<i>39611Х.ХХХХ Патрон поводковый; 39284.1ХХХХ Центр вращающийся; ХХХХХХХХХХ Упор откидной;</i>													
Т 103	<i>398110.ХХХХ Круг шлифовальный 1 350x60x150 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007;</i>													
Т 104	<i>393120.ХХХХ(3) скода индикаторная; 3934.10.ХХХХ Микрометр.</i>													
105														
А 106	<i>ХХ ХХ ХХ 075 Шлифовальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.</i>													
Б 107	<i>38131Х ХХХХ 3М195 Круглошлиф. 2 18873 322 1Р 1 1 1 100 1 100 1 10 1,85</i>													
0 108	<i>Шлифовать поверхность, выдерживая размеры $\phi 50_{\pm 0,016}$; $309 \pm 0,265$.</i>													
Т 109	<i>39611Х.ХХХХ Патрон поводковый; 39284.1ХХХХ Центр вращающийся; ХХХХХХХХХХ Упор откидной;</i>													
Т 110	<i>398110.ХХХХ Круг шлифовальный 1 350x60x150 14AF24k5L7 30 м/с ГОСТ Р 52781-2007;</i>													
Т 111	<i>393120.ХХХХ скода индикаторная; 3934.10.ХХХХ Микрометр.</i>													
112														
А 113	<i>ХХ ХХ ХХ 080 Зубошлифовальная ИОТ ИЗ7.101.74.19.1-00.</i>													
Б 114	<i>38131Х ХХХХ 5М841 Зубошлиф. 2 17003 422 1Р 1 1 1 100 1 100 1 120 2,79</i>													
0 115	<i>Шлифовать зчбья вала-шестерни $m = 3,5$ мм, $z = 15$, класс точности 7-Сг.</i>													
Т 116	<i>39611Х.ХХХХ Патрон поводковый; 39284.1ХХХХ Центр жесткий; ХХХХХХХХХХ Упор откидной.</i>													
МК														

Продолжение таблицы А.1

Лист 1		ГОСТ 3.118-82		Формат 1						
Дробл.										
Взам.										
Подл.					Листов 1 / лист 1					
Разработ	Ержаб	Кафедра ОТМП				Цех	Уч	Р.У.	Опер.	
Проверил	Лозинко					МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД	25
Исполн.		Материал	Твердость	EB	МД	Профиль и размеры	МЗ	КОИД		
Наименование операции		40X ГОСТ 4543-2016	EB	166	50	φ67x463	78	1		
Точарная чистовая с ЧПУ		Обозначение программы	Ta	t6	Tum	СОЖ				
Оборудование, устройство ЧПУ		-	23	2,22	10	5,52	5% Укринол			
Токарный с ЧПУ САМАТ-400ХС			0 или B	L	t	s	n	v		
P		ПМ				ММ	ММ/ОД	ОД/МИН	М/МИН	
01										
02		1. Установить и снять заготовку								
03		396110.ХХХХ Патрон самоцентрир., 39284.1.ХХХХ Полцентр цпорный; ХХХХХХ.ХХХХ Упор откидной.								
04		2. Точить поверхность выдерживая размеры φ20,2 ^{+0,052} ; 14,0,5±0,25; φ30,1 ^{+0,062} ; φ35,2 ^{+0,062} ; φ25,4 ^{+0,25} .								
05		250±0,575; точить 2 фаски 1x45°, и однц фаску 2x60°.								
06		392104.ХХХХ Резец контурый правый с пластиной Т15К6; 393111.ХХХХ ШЦ-И-350-0,1;								
07		393120.ХХХХ(4) Калибр-скода	1	30	100	0,28	1	0,2	500	94,2
08		3. Точить канавку, выдерживая размеры 4,0±0,15; выполнить фаску 1x45°.								
09		392104.ХХХХ Резец канавочный Р6М5; 393111.ХХХХ ШЦ-И-350-0,1; Калибр-скода								
10		4. Нарезать резьбу М30x1,5 на длину 16 мм.								
11		ХХХХ Резец резьбовой с пластиной Т15К6; 393111.ХХХХ ШЦ-И-350-0,1; Калибр резьбовой.								
12										
OK										

